

Воздействие электрического тока на человека.

Электрический ток

Опасность поражения людей электрическим током на производстве и в быту появляется при несоблюдении мер безопасности, а также при отказе или неисправности электрического оборудования и бытовых приборов. **По сравнению с другими видами травматизма электротравматизм составляет небольшой процент, однако по числу травм с тяжелым и особенно летальным исходом занимает одно из первых мест.**

Действие электрического тока на живую ткань носит разносторонний и своеобразный характер. **Проходя через организм человека, электроток производит термическое, электролитическое, механическое, биологическое, световое воздействие.**

Термическое воздействие тока характеризуется нагревом кожи и тканей до высокой температуры вплоть до ожогов.

Электролитическое воздействие заключается в разложении органической жидкости, в том числе крови, и нарушении ее физико-химического состава.

Механическое действие тока приводит к расслоению, разрыву тканей организма в результате электродинамического эффекта, а также мгновенного взрывоподобного образования пара из тканевой жидкости и крови. Механическое действие связано с сильным сокращением мышц вплоть до их разрыва.

Биологическое действие проявляется в раздражении и возбуждении живых тканей и сопровождается судорожными сокращениями мышц.

Световое действие приводит к поражению слизистых оболочек глаз. Имея дело с физикой (описывающей поведение движущихся зарядов) и физиологией (описывающей реакцию живого тела на движущийся заряд), нельзя оперировать "логикой", в которой участвуют не конкретные значения физических величин, а "очень много" "очень мало" и так далее.

Начнем с того, что вообще убивает в случае поражения током. Чтобы наступила смерть от электрического тока, нужно выполнение определенных условий (как минимум, одного): остановка сердца (вызванная сокращением мышцы под действием протекающего через нее тока), необратимое поражение нервной системы, глубокий ожог тканей.

Для остановки сердца (если не брать случай с больными или теми, у кого установлен кардиостимулятор) нужно: чтобы ток через тело был где-то выше четверти Ампера (при приложении тока дольше секунды - выше 50-70 мА), чтобы он протекал именно через тело и затрагивал сердце, а не проходил через небольшой участок кожи. Потому, например, если взять те же пресловутые "220 из розетки" и приложить два провода к коже на руке, пока человек будет стоять на достаточно толстом изоляторе (чтобы исключить стекание тока через емкость между ногами и полом), получится ожог руки, но никто не умрёт. И, наоборот, при определенных условиях, того же человека можно убить источником тока, имеющим напряжение в скромные четыре десятка вольт, приложив напряжение между его левой рукой и ногами, обеспечив надежный контакт (большая площадь соприкосновения с проводами, мокрая кожа). Высокое напряжение, безусловно, играет существенную роль в процессе, но эта роль - не единственная. На силу

воздействия также влияет частота: мышцы по-разному реагируют на постоянный ток, переменный ток низкой частоты (десятки герц, как в питающей сети), ток более высокой частоты (единицы килогерц). Более высокочастотный переменный ток нуждается в большей длительности воздействия, так как мышцы на него реагируют медленнее. Также, высокочастотные токи из-за свойств проводимости оказываются "вытеснены" на поверхность тела. Что, при прочих равных условиях (напряжение, ток, точки приложения к телу) делают их менее опасными, так как величина тока через внутренние органы снижается на порядки.

Эти же факторы в разных комбинациях влияют на поражение нервной системы и ожоги. В историях с поражением молнией всегда остается вопрос, а шел ли ток через тело, или по его поверхности, либо вообще только "по касательной" (мокрая не очень чистая одежда имеет меньшее сопротивление, да и механизм течения токов такого высокого напряжения заслуживает отдельной статьи).

Закон Ома для участка цепи гласит: ток прямо пропорционален напряжению и обратно пропорционален сопротивлению.

Данная информация требуется для того, чтобы понять для чего нужно знать напряжение сети, сопротивление человека, так как из закона следует, что данная информация требуется. Если увеличить в несколько раз напряжение, действующее в электрической цепи, то ток в этой цепи увеличится во столько же раз. А если увеличить в несколько раз сопротивление цепи, то ток во столько же раз уменьшится. Подобно этому водяной поток в трубе тем больше, чем сильнее давление и чем меньше сопротивление, которое оказывает труба движению воды.

В популярной форме этот закон можно сформулировать следующим образом: чем выше напряжение при одном и том же сопротивлении, тем выше сила тока и в то же время чем выше сопротивление при одном и том же напряжении, тем ниже сила тока.

Чтобы выразить закон Ома математически наиболее просто, считают, что **сопротивление проводника, в котором при напряжении 1 В проходит ток 1 А, равно 1 Ом.**

Ток в амперах можно всегда определить, если разделить напряжение в вольтах на сопротивление в омах. Поэтому **закон Ома для участка цепи** записывается следующей формулой:

$$I = U/R.$$

Сопротивление человека

Оно разное для различных участков тела. В среднем при расчете электробезопасности его принимают равным 1 кОм. Самым большим сопротивлением обладает верхний слой кожи (3..20 кОм) Для расчёта величины силы тока, протекающего через человека при попадании его под электрическое напряжение частотой 50 Гц, сопротивление тела человека условно принимается равным 1 кОм [5]. Эта величина имеет малое отношение к реальному сопротивлению человеческого тела. В реальности сопротивление человека не является омическим, так как эта величина, во-первых, нелинейно по отношению к приложенному напряжению, во-вторых, меняется во времени, в третьих, гораздо меньше у человека, который волнуется и, следовательно, потеет и т. д.

Серьёзные поражения тканей человека наблюдаются обычно при прохождении тока силой около 100 мА. Совершенно безопасным считается ток силой до 1 мА.

Удельное сопротивление тела человека весьма значительно (около 15 кОм) . Поэтому опасные токи могут быть достигнуты только при значительном напряжении. Однако при наличии сырости сопротивление тела человека резко снижается и безопасным может считаться напряжение только ниже 12 В.

Удар током в бытовой электросети - вопрос популярный. Начнем с того, что получить удар током от розетки надо очень постараться. Например, засунуть спицу или выпрямленную скрепку. Специально так будут делать, наверно, только маленькие дети, которые не осознают, что это опасно.

И еще вспомним устройство розетки. В розетке два или три штыря, в России чаще два. Первый - это фаза, второй - ноль. Третий если есть, то он земля. Если прикоснуться к нулю, то ничего не будет. Если к фазе, то ударит током. Найти фазу и ноль в розетке поможет отвертка-индикатор или мультиметр.

Получить удар током от бытового электроприбора можно при его неисправности или при неграмотной попытке ремонта, когда проводка не была обесточена. Ведь если вилка вынута из розетки, она в исправном состоянии не должна бить током. В следующие разы после выдергивания вилки из розетки прикасаюсь к ней отверткой, держась рукой за ее изолированную ручку. Если проскочила искра, значит, человека бы ударило током, если бы он прикоснулся. Но когда искра уже прошла после прикосновения отвертки, в дальнейшем эта вилка становится безопасной до следующего включения в розетку.

Последствия удара током зависят больше от тока, чем от напряжения. Одно дело прикоснуться к вилке блока питания, который работал до этого с небольшой нагрузкой и потреблял небольшие токи - тогда электротравмы не будет, а будет только неприятное ощущение, при котором рука рефлекторно отдергивается. Другое дело - коснуться оголенного провода работающего электроприбора с большой потребляемой мощностью - тут уже можно и получить травму.

Поскольку в бытовых электросетях ток переменный, то при высоких токах или напряжениях, если взяться за оголенный провод, человек может не в состоянии даже отдернуть руку, т.к. ток и напряжение переменные. И здесь степень травмы зависит от времени контакта с проводом. Поэтому важно сразу убрать контакт. Если вы видите, что человек коснулся провода и не может отцепиться, надо убрать провод изолирующим предметом, например деревянной палкой. Ни в коем случае не касаться человека, т.к. можно самому тоже получить удар током.

Убивает действительно ТОК. По-всякому может случиться... . Зависит все от электрического сопротивления организма в данный момент и направления протекания тока. Сейчас объясню подробнее... . Сопротивление кожи человека может изменяться в широких пределах. Когда кожа сухая и в спокойном состоянии человека она может составлять около 2000 - 10000 Ом, если влажная кожа, то это сопротивление падает до 400-500 Ом. Сопротивление кожи может изменяться и в зависимости от душевного состояния человека. Смертельной силой тока для человека считается 100-150 мА. Если знаете закон Ома, то можете вычислить какой ток будет протекать по тому или иному значению сопротивления при напряжении 220 вольт. $U=I \cdot R$. $2000 \text{ Ом} / 220 \text{ Вольт} = \text{прибл. } 100 \text{ мА}$. При влажных руках (кожи) это сила тока возрастает до смертельных величин. Теперь о направлении протекания тока: наиболее опасными направлениями считается, когда ток протекает между руками, между левой рукой и правой ногой. Надеюсь, Вы догадались, что по этому маршруту располагается сердце. А теперь ВНИМАНИЕ, ВСЕМ, КТО ЧИТАЕТ ЭТОТ ОТВЕТ! Хотелось бы предупредить еще об одной смертельной опасности, которой подвергаются многие

просто по незнанию: ЕСЛИ ИМЕЕТЕ ПРИВЫЧКУ ПРИНИМАТЬ ВАННУ В НАУШНИКАХ - НЕМЕДЛЕННО ОТКАЖИТЕСЬ ОТ ТАКОЙ БЛАЖИ!!! Когда вода нечаянно затекает в уши, то возникает смертельная опасность, так как удар током приходится в головной мозг. В этом случае не очень важно, что напряжение в наушниках всего-то 3-4 вольта. Вода из крана отличный проводник тока! Электрическое сопротивление водопроводной воды почти равно нулю. Ток не проводит только дистиллированная вода. Соблюдайте технику безопасности при работе с электричеством!

Факторы, определяющие исход воздействия электрического тока на человека

Согласно ГОСТу 12.1.019 “ССБТ. Электробезопасность. Общие требования” степень опасного и вредного воздействия на человека электрического тока зависит от силы тока, напряжения, рода тока, частоты электрического тока и пути прохождения через тело человека, продолжительности воздействия и условий внешней среды.

Сила тока — главный фактор, от которого зависит исход поражения: чем больше сила тока, тем опаснее последствия. Сила тока (в амперах) зависит от приложенного напряжения (в вольтах) и электрического сопротивления организма (в омах).

По степени воздействия на человека различают три пороговых значения тока: осязательный, не отпускающий и фибрилляционный.

Осязательный

Осязательным называют электрический ток, который при прохождении через организм вызывает осязательное раздражение. Минимальная величина, которую начинает ощущать человек при переменном токе с частотой 50 Гц, составляет 0,6–1,5 мА.

Не отпускающий

Не отпускающим считают ток, при котором непреодолимые судорожные сокращения мышц руки, ноги или других частей тела не позволяют пострадавшему самостоятельно оторваться от токоведущих частей (10,0–15,0 мА).

Фибрилляционный ток

Фибрилляционный — ток, вызывающий при прохождении через организм фибрилляцию сердца — быстрые хаотические и разновременные сокращения волокон сердечной мышцы, приводящие к его остановке (90,0–100,0 мА). Через несколько секунд происходит остановка дыхания. Чаще всего смертельные исходы наступают от напряжения 220 В и ниже. Именно низкое напряжение заставляет беспорядочно сокращаться сердечные волокна и приводит к моментальному сбою в работе желудочков сердца.

Виды поражения организма человека электрическим током

Электротравмы — это травмы, полученные от воздействия электрического тока на организм, которые условно разделяют на общие (электрический удар), местные и смешанные.

Электрический удар

Электрический удар представляет собой возбуждение живых тканей организма проходящим через него электрическим током, **сопровождающееся резкими судорожными сокращениями мышц, в том числе мышцы сердца, что может привести к остановке сердца.**

Под местными электротравмами понимается повреждение кожи и мышечной ткани, а иногда связок и костей. К ним можно отнести электрические ожоги, электрические знаки, металлизацию кожи, механические повреждения.

Электрические ожоги

Электрические ожоги — наиболее распространенная электротравма, возникает в результате локального воздействия тока на ткани. Ожоги бывают двух видов — контактный и дуговой.

Контактный ожог является следствием преобразования электрической энергии в тепловую и возникает в основном в электроустановках напряжением до 1 000 В.

Электрический ожог – это как бы аварийная система, защита организма, так как обуглившиеся ткани в силу большей сопротивляемости, чем обычная кожа, не позволяют электричеству проникнуть вглубь, к жизненно важным системам и органам. Иначе говоря, благодаря ожогу ток заходит в тупик.

Когда организм и источник напряжения соприкасались неплотно, **ожоги образуются на местах входа и выхода тока**. Если ток проходит по телу несколько раз разными путями, возникают множественные ожоги.

Множественные ожоги чаще всего случаются при напряжении до 380 В из-за того, что такое напряжение “примагничивает” человека и требуется время на отсоединение. Высоковольтный ток такой “липучестью” не обладает. Наоборот, он отбрасывает человека, но и такого короткого контакта достаточно для серьезных глубоких ожогов. При напряжении свыше 1 000 В случаются электротравмы с обширными глубокими ожогами, поскольку в этом случае температура поднимается по всему пути следования тока.

При напряжении свыше 1 000 В в результате случайных коротких замыканий может возникнуть и дуговой ожог.

Факторы, влияющие на поражение электрическим током

На исход поражения электрическим током оказывает влияние следующие факторы:

Род тока (постоянный, переменный).

Величина тока.

Частота переменного тока.

Величина приложенного напряжения.

Путь протекания тока.

Длительность воздействия.

Окружающая среда.

Сопротивление тела человека.

Схема включения человека в цепь (двухфазное, однофазное).

Площадь прикосновения тела с электродом.

Индивидуальные свойства организма

Фактор внимания

Таблица. Влияние величины тока на исход поражения.

Величи

Характер воздействия тока

тока, мА	Переменный 50÷ 60 Гц	Постоянный
До 0,5	Не ощущается.	Не ощущается.
0,6 – 1,5	Ощущается. Пощипывание, покалывание, легкое дрожание пальцев рук.	Не ощущается.
2 – 3	Сильное дрожание пальцев рук.	Не ощущается.
5 – 10	Судороги в руках.	Зуд, ощущение нагрева.
12 – 15	Руки трудно оторвать от электродов. Сильные боли в пальцах и кистях рук. Состояние терпимо 5 – 10 с.	Усиление нагрева.
20 – 25	Руки парализуются немедленно, оторвать их от электродов невозможно. Очень сильные боли, прекращается дыхание. Состояние терпимо не более 5 с.	Еще большее усиление нагрева. Незначительное сокращение мышц рук.
50 – 80	Паралич дыхания, начало трепетания желудочков сердца (фибрилляция).	Сильное ощущение жжения. Сокращение мышц. Судороги, затруднение дыхания.
90 – 100	Паралич дыхания. При длительности 3 с и более паралич сердца.	Паралич дыхания.
3000 и > 3000	Паралич дыхания и сердца при воздействии более 0,1 с. разрушение тканей тела тепловым действием тока.	Паралич дыхания, сердца.

Факторы 1-4:

При не высоких напряжениях опасность переменного тока в три раза выше опасности постоянного тока. При напряжении 500 В их опасность сравнивается, а при напряжениях выше 500 В опасность постоянного тока становится преобладающей.

Пороговые токи:

0,6 – 1,5 мА для переменного тока;

5 – 7 мА для постоянного тока.

Не отпускающие токи:

20 – 25 мА для переменного тока;

50 – 80 мА для постоянного тока.

Фибрилляционные токи:

80 – 100 мА для переменного тока;

100 – 300 мА для постоянного тока.

При токе 0,1 А наступает паралич дыхания, паралич сердца и смерть.

Наиболее опасной считается частота переменного тока 50 Гц. С увеличением частоты более указанной опасность поражения уменьшается. При частоте 500 Гц и более опасность поражения переменным током сравнивается с опасностью поражения такого же потенциала постоянного тока.

Опыты показали, что опасность возникновения фибрилляции сердца у животных больше при 50 Гц, а опасность остановки дыхания – при 200 Гц. В частотном диапазоне по обе стороны от этих значений опасность тока снижается.

Наличие частотных составляющих в выпрямленном токе утяжеляет исход электротравмы.

Величина напряжения опасная для жизни: 42 вольта и выше переменного тока; 110 и выше постоянного тока. Напряжение ниже 42 В принято считать безопасным, но это только в нормальных условиях, при нарушении которых может наступить смерть при напряжении ниже 42 В и даже при напряжении 12 В.

Судебно-медицинской экспертизой зарегистрированы несколько случаев гибели людей от напряжения 12 В и ниже.

Фактор 5:

Наиболее опасен путь протекания тока, когда на его пути находятся жизненно важные органы (мозг, сердце) (см. рис. 3). В тоже время немаловажным является то, каким участком тела касается человек токоведущих частей, какова плотность нервных окончаний на нем (27% смертных случаев – при соприкосновении с токоведущими частями в двух местах на одной руке или одной ноге).

Фактор 6:

Одним из основных факторов, влияющих на исход поражения электрическим током, является длительность его воздействия. Чем меньше продолжительность протекания тока, тем меньше опасность поражения.

Фактор 7:

На степень поражения электротоком оказывают влияние условия внешней среды:

категория помещения в отношении электробезопасности, уровень шума и освещенности, концентрация вредных веществ в воздухе, содержание кислорода и углекислого газа, атмосферное давление.

Фактор 8:

О сопротивлении тела человека сказано выше.

Фактор 9:

В зависимости от схемы включения человека в цепь, через его тело проходит фазное или линейное напряжение

Фактор 10:

Степень поражения электротоком находится в прямой зависимости от площади электрода, которого касается человек и силы давления электрода на кожу.

Фактор 11:

На исход поражения электрическим током влияют также индивидуальные свойства организма человека.

Установлено, что вполне здоровые и физически крепкие люди переносят электрические удары легче, чем больные и слабые. Повышенной чувствительностью к электротоку обладают люди, страдающие болезнями кожи, сердечно – сосудистой системы, органов внутренней секреции, легких, нервов и др.

Поэтому, правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок предусматривается отбор по состоянию здоровья персонала для обслуживания электроустановок.

Важное значение имеет и фактор внимания. Статистика отмечает, что перед обеденным перерывом и в конце рабочего дня, когда снижается внимание, увеличивается не только вероятность поражения электротоком, но и может усугубиться его тяжесть. Напряженное внимание, твердая воля в состоянии не только ослабить действие электротока, но иногда совершенно его уничтожить.

Повозрастное распределение лиц, на установках напряжением 65 В и менее:

до 21 года-22%,
21 – 30 лет-65,5%
старше 30 лет-12,5%

Фактор 12:

Фактор внимания – особое состояние настороженности у человека, сознающего опасность выполняемой им работы. Внимание человека создает оборонительную реакцию.

Безопасный ток

Допустимым следует считать ток, при котором человек может самостоятельно освободиться от электрической цепи. Его величина зависит от скорости прохождения тока через тело человека: при длительности действия более 10 с — 2 мА, а при 120 с и менее — 6 мА.

Безопасным напряжением считают 36 В (для светильников местного стационарного освещения, переносных светильников и т. д.) и 12 В (для переносных светильников при работе внутри металлических резервуаров, котлов). Но при определенных ситуациях и такие напряжения могут представлять опасность.

Безопасные уровни напряжения получают из осветительной сети, используя для этого понижающие трансформаторы. Распространить применение безопасного напряжения на все электрические устройства невозможно.

В производственных процессах используются два рода тока — постоянный и переменный. Они оказывают различное воздействие на организм при напряжениях до 500 В. Опасность поражения постоянным током меньше, чем переменным. Наибольшую опасность представляет ток частотой 50 Гц, которая является стандартной для отечественных электрических сетей.

Путь, по которому электрический ток проходит через тело человека, во многом определяет степень поражения организма. Возможны следующие варианты направлений движения тока по телу человека:

человек обеими руками дотрагивается до токоведущих проводов (частей оборудования), в этом случае возникает направление движения тока от одной руки к другой, т. е. “рука-рука”, эта петля встречается чаще всего;

при касании одной рукой к источнику путь тока замыкается через обе ноги на землю “рука-ноги”;

при пробое изоляции токоведущих частей оборудования на корпус под напряжением оказываются руки работающего, вместе с тем стекание тока с корпуса оборудования на землю приводит к тому, что и ноги оказываются под напряжением, но с другим потенциалом, так возникает путь тока “руки-ноги”;

при стекании тока на землю от неисправного оборудования земля поблизости получает изменяющийся потенциал напряжения, и человек, наступивший обеими ногами на такую землю, оказывается под разностью потенциалов, т. е. каждая из этих ног получает разный потенциал напряжения, в результате возникает шаговое напряжение и электрическая цепь “нога-нога”, которая случается реже всего и считается наименее опасной;

прикосновение головой к токоведущим частям может вызвать в зависимости от характера выполняемой работы путь тока на руки или на ноги — “голова-руки”, “голова-ноги”.

Все варианты различаются степенью опасности. Наиболее опасными являются варианты “голова-руки”, “голова-ноги”, “руки-ноги” (петля полная). Это

объясняется тем, что в зону поражения попадают жизненно важные системы организма — головной мозг, сердце.

Продолжительность воздействия тока влияет на конечный исход поражения. Чем дольше воздействует электрический ток на организм, тем тяжелее последствия.

Условия внешней среды, окружающей человека в ходе производственной деятельности, могут повысить опасность поражения электрическим током. Увеличивают опасность поражения током повышенная температура и влажность, металлический или другой токопроводящий пол.

По степени опасности поражения человека током все помещения делятся на три класса: без повышенной опасности, с повышенной опасностью, особо опасные.

Защита от воздействия электрического тока

Для обеспечения электробезопасности необходимо точное соблюдение правил технической эксплуатации электроустановок и проведение мероприятий по защите от электротравматизма.

ГОСТ 12.1.038-82 устанавливает предельно допустимые напряжения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме работы электроустановок производственного и бытового назначения постоянного и переменного тока частотой 50 и 400 Гц. Для переменного тока 50 Гц допустимое значение напряжения прикосновения составляет 2 В, а силы тока — 0,3 мА, для тока частотой 400 Гц — соответственно 2 В и 0,4 мА; для постоянного тока — 8В и 1,0 мА (эти данные приведены для продолжительности воздействия не более 10 мин в сутки).

Мерами и способами обеспечения электробезопасности служат:

- применение безопасного напряжения;
- контроль изоляции электрических проводов;
- исключение случайного прикосновения к токоведущим частям;
- устройство защитного заземления и зануления;
- использование средств индивидуальной защиты;
- соблюдение организационных мер обеспечения электробезопасности.

Одним из аспектов может быть применение безопасного напряжения — 12 и 36 В. Для его получения используют понижающие трансформаторы, которые включают в стандартную сеть с напряжением 220 или 380 В.

Для защиты от случайного прикосновения человека к токоведущим частям электроустановок используют ограждения в виде переносных щитов, стенок, экранов.

Защитное заземление — это преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом (металлоконструкция зданий и др.) металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Цель защитного заземления — устранение опасности поражения человека электрическим током в случае прикосновения его к металлическому корпусу электрооборудования, который в результате нарушения изоляции оказался под напряжением.

Зануление — преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Нулевой защитный проводник — это проводник, соединяющий зануляемые части с глухозаземленной нейтральной точкой обмотки источника тока ил

Заключение

В итоге что можно сказать из всего вышперечисленного, все мы живем в мире, где много электроприборов и нужно знать, что может таиться за миксером или микроволновкой, да и тем же ПК. Никто из нас не может быть уверен, что будет завтра, банальные знания (не суй гвозди и пальцы в розетку, не трогай оголенные провода) могут помочь.

Главное помните: ваша жизнь в ваших руках!!!

Контрольные вопросы:

1. Какая сила тока является безопасной и неощутимой для человека?
2. От чего зависит тяжесть поражения током?
3. Почему при работе с электроцепями, находящимися под высоким напряжением, все операции рекомендуется выполнять лишь одной рукой ?
4. Чему равно смертельное значение силы тока? При каком напряжении ток может его достигнуть?
5. От чего зависит сопротивление человека?
6. Средние значения пороговых неотпускающих токов (т. е. минимальных токов, при которых человек не в состоянии самостоятельно нарушить контакт с токоведущим проводником) для разных людей составляют:
 - а) 5—8 мА;
 - б) 8—11 мА;
 - в) 12—16 мА.

Какие из этих значений относятся к мужчинам, какие к женщинам и какие к детям? Почему?

Посмотрите презентацию, выложенную отдельно, и видео на ютубе: «Действия электротока на организм человека»

Задания для выполнения в рабочих тетрадях

Внимательно ознакомьтесь с предложенным материалом.

Законспектируйте основные моменты, таблицу – в тетрадь,

дать ответы на вопросы.

Проверка задания:

Пересылать выполненные работы на мою электронную почту

alyona.makhrova@yandex.ru

или в «Сферум»